

デジタルホログラフィック・フローサイトメトリにおける 赤血球の形態パラメータの機械学習

Machine learning of morphological parameters
of red blood cells in digital holographic flow cytometry

室工大院 ◯(M1)佐々木 大輝, 船水 英希

Muroran Inst. Tech., ◯(M1)Taiki Sasaki, Hideki Funamizu

E-mail: funamizu@muroran-it.ac.jp

デジタルホログラフィック顕微鏡(DHM)は、無染色で動的に細胞観察が可能な定量位相顕微鏡である¹⁾。近年、DHMで取得される位相情報に基づく赤血球の形態パラメータによる特徴検出法が提案されている²⁾。本研究ではDHMを用いたフローサイトメトリ法により、流路内を流れる赤血球の位相情報に基づき取得した形態パラメータを機械学習に用い、単一の赤血球(RBC)と血液凝固構造(BCS)を分類した結果を報告する。

Fig.1は、本研究で用いたオフアキス型のDHMの光学系の概略図である。He-Neレーザ(632.8 nm, 21 mW)を光源として用いた。参照光は平面波とし、被検物体(フローセル)から生じる物体光はOB₂(40倍, NA=0.85)により拡大された後、チューブレレンズL₂によりコリメートされる。これらの光波の干渉縞がCMOSカメラ(1024×1024 pixels, 画素ピッチ3.45×3.45 μm²)で受光され、ホログラムが記録される。ホログラムの再生計算には、空間フィルタ法および角スペクトル法を用いた。ヘマトクリット値を0.02%に調整したウマ保存血液をシリンジで採取し、チューブでフローセルと接続して注入した。

ホログラムはフローセルの流路の底面に焦点を合わせ、120×120 μm²の範囲をCMOSカメラにより75 fpsで143秒間撮影して取得する。各フレームのホログラムを再生し、位相情報を取得してアンラップ処理と合計位相値を用いたしきい値処理により2値化し、単一の赤血球と血液凝固構造を自動検出する。これらの位相分布から14種の形態パラメータを計算し、664個のRBCと321個のBCSの形態パラメータを学習データに用いた判別分析とニューラルネットワークにより、165個のRBCと81個のBCSを分類した。Fig.2に学習データとして用いた単一の赤血球(上段)および血液凝固構造(下段)の位相分布を示す。判別分析とニューラルネットワークの正答率は67%と92%となり、両方の場合で比較的良好な結果が得られた。

1) M. K. Kim, *Digital holographic microscopy*, (Springer, 2011).

2) I. Moon et al, *Optics Express* Vol. 20 No. 9 (2012) 10295.

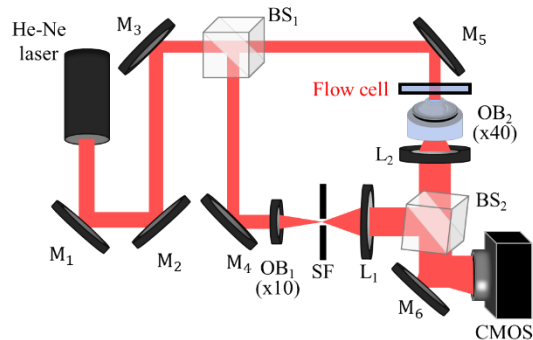


Fig.1 Experimental setup of DHM. OB: objective lens; M: mirror; L: lens; SF: spatial filter; BS: beam splitter.

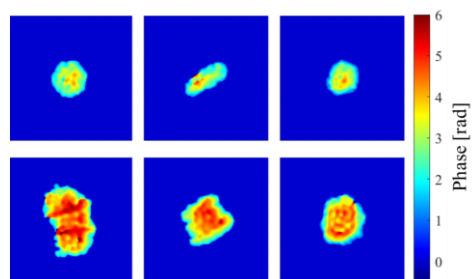


Fig.2 Training data of RBCs and BCSs.